

RESPUESTA AGRONÓMICA DE DOS VARIEDADES DE MAÍZ BLANCO (*Zea mays*, L.) A LA APLICACIÓN DE QUITOMAX, AZOFERT Y ECOMIC

AGRONOMIC RESPONSE OF TWO VARIETIES OF WHITE MAIZE (*Zea mays*, L.) TO THE QUITOMAX, AZOFERT AND ECOMIC APPLICATION

Juan Antonio Torres-Rodríguez¹, Juan José Reyes-Pérez^{2,3*}, Luis Gustavo González-Gómez¹, María Jiménez-Pizarro¹, Tony Boicet-Fabre¹, Emmanuel Alexander Enríquez-Acosta², Aida Tania Rodríguez-Pedroso⁴, Miguel Ángel Ramírez-Arrebato⁴, Jhonn Christopher González-Rodríguez⁵

¹ Universidad de Granma· Carretera a Manzanillo Km 17 ½· Peralejo· Apartado 21· Bayamo· Granma Cuba·

² Universidad Técnica de Cotopaxi· Extensión La Maná· Av· Los Almendros y Pujilí· Edificio Universitario· La Maná· Ecuador·

³ Universidad Técnica Estatal de Quevedo· Av· Walter Andrade· Km 1 ½ vía a Santo Domingo· Quevedo· Los Ríos· Ecuador·

⁴ Unidad Científico Tecnológica de Base· Los Palacios· Pinar del Río· Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)· Cuba·

⁵ Universidad Técnica de Machala· Av· Panamericana· Km 5.5 vía a Machala – Pasaje· Machala· Ecuador·

RESUMEN

La aplicación de biofertilizantes y bioestimulantes a los cultivos constituye una estrategia priorizada para mejorar y preservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, elevar el potencial agroproductivo y sustituir importaciones. El objetivo del presente trabajo fue el de determinar la respuesta agronómica de dos variedades de maíz blanco (*var.* Chuco y Cariaco) a la aplicación de tres productos bioactivos. El experimento se desarrolló del 1 de abril al 26 de julio del 2016, utilizando un diseño experimental de bloque al azar con tres réplicas y cuatro tratamientos para cada variedad [T1: (semillas asperjadas con H₂O), T2: (semillas embebidas en una solución de QuitoMax), T3: (Semillas tratadas con Azofert) y T4: (semillas peletizadas con una pasta formada por Ecomic y agua)]. Se realizó un análisis de varianza de clasificación doble. En los casos en que los indicadores mostraron diferencias estadísticas significativas, se utilizó la prueba de Comparación Múltiple de Medias por Duncan, para un nivel de significación del 5%. Los tres productos bioactivos superaron al tratamiento control en los indicadores del componente del rendimiento, alcanzando los máximos resultados mediante el tratamiento con QuitoMax, obteniéndose rendimientos de 2.84 y 3.2 (t.ha⁻¹) en las variedades Chuco y Cariaco respectivamente.

Palabras clave: maíz blanco, productos bioactivos, rendimiento.

ABSTRACT

Biofertilizers and biostimulants application to crops is a prioritized strategy to improve and preserve the physical, chemical and biological conditions of soils, increase the potential for agroproduction and substitute imports. The aim of this work was to determine the agronomic response of two white maize varieties (*var.* Chuco and Cariaco) to the application of three bioactive products. The experiment was conducted from April 1 to July 26, 2016, using a randomized

block design with three replicates and four treatments for each variety [T1: (seeds sprayed with H₂O), T2: (seeds embedded in a solution of QuitoMax), T3: (Seeds treated with Azofert) and T4: (seeds pelleted with a paste formed by Ecomic and water)]. A double classification variance analysis was performed. When the indicators showed significant statistical differences, the Duncan Multiple Mean Comparison test was used with a significance level of 5%. The three bioactive products surpassed the control treatment in the performance component indicators, with the maximum results from the QuitoMax treatment, obtaining yields of 2.84 and 3.2 (t.ha⁻¹) in the Chuco and Cariaco varieties respectively.

Keywords: white maize, bioactive products, yield

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*, L.) es uno de los cereales de mayor importancia económica en el mundo, ocupando el segundo lugar después del trigo (*Triticum aestivum*, L.), con una producción global de unos 500 millones de toneladas. Directa o indirectamente, constituye el alimento del 15 al 20% de la humanidad, y se cultiva en más de 70 países, cubriendo un área superior a los 120 millones de hectáreas, siendo además el cultivo más repartido en todo el mundo, al cultivarse en los cinco continentes, aunque su zona fundamental es el continente americano (FAO, 2015).

La oferta del maíz blanco frente al maíz amarillo es muy reducida, ya que el maíz blanco es producido en una menor escala, en los últimos años se ha promediado alrededor de 73 millones de TM., comparado con los 600 millones que se producen de maíz amarillo. Sin embargo, el maíz blanco se cultiva en la mayoría para el consumo humano y tiene un valor significativo sobre la seguridad alimentaria y nutricional en un gran número de países en vías de desarrollo (Millán, 2015).

En Cuba los cultivares comerciales actuales en los últimos años no superan las 1,44-2,35 (t.ha⁻¹) como promedio (ONEI, 2015). Ante tal problemática, una alternativa pudiera

*Autor para correspondencia: Juan José Reyes Pérez
Correo electrónico: jjreyesp1981@gmail.com

Recibido: 23 de julio de 2017

Aceptado: 08 de septiembre de 2017

ser la aplicación de biofertilizantes y bioestimulantes a los cultivos, constituyendo una estrategia priorizada en la búsqueda de mejorar y/o preservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, elevar el potencial agro-productivo y sustituir importaciones (Martínez *et al.*, 2010).

En la agricultura existe una gama de productos bioestimulantes con capacidad para incrementar el crecimiento y el rendimiento de los cultivos (Abu-Muriefah, 2013; Van y Thi, 2013). En particular, el QuitoMax ha sido ampliamente empleado, por sus potencialidades biológicas, principalmente por poseer actividad antimicrobiana (Falcón *et al.*, 2008; Yin *et al.*, 2010), inducir respuestas defensivas (Falcón *et al.*, 2011) y tolerancia a estreses abióticos (Guan *et al.*, 2009), además de promover el crecimiento y desarrollo de varias especies (Pichyangkura y Chadchawan, 2015).

El Ecomic es un inoculante sólido que contiene propágulos de hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), protegen a las plantas hospederas contra los efectos perjudiciales del déficit de agua y de patógenos, así como, incrementan la absorción de nutrientes del suelo (Augé, 2004; Ruiz-Lozano, 2003; Ruiz-Lozano *et al.*, 2008; Smith *et al.*, 2010), mejoran el crecimiento, desarrollo y los rendimientos de los cultivos (Ruiz-Lozano *et al.*, 2012).

Otro de estos productos bioactivos es el Azofert, el cual es un biofertilizante que contiene especies nativas de rizobios, con alto grado de pureza, eficiencia y estabilidad biológica, que ha sido evaluado agrónomicamente con éxito en diferentes condiciones edafoclimáticas. Los efectos beneficiosos que produce este bioproducto se deben principalmente a la función de los rizobios como fijadores del nitrógeno, pero también a la amplia gama de mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (Nápoles, 2016).

En general, la búsqueda de materiales menos agresivos con el ambiente es una tarea continua en todas las áreas del quehacer humano debido a los altos niveles de contaminación presentes en todo el planeta. En la agricultura este trabajo es doblemente complicado porque, por un lado se deben producir materiales que logren su efecto específico en la planta o en sus productos, mientras que por el otro, se necesita que éstos se eliminen sin efectos perturbadores en el medio ambiente (Morales, 2016).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta agrónómica de dos variedades de maíz blanco a la aplicación en las semillas de productos bioactivos en las condiciones edafoclimáticas de la provincia Granma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La investigación se desarrolló en áreas de la Granja San Blas (Finca de semillas) perteneciente a la Empresa Agropecuaria del MININT, ubicada en la localidad de Cerca Blanca del municipio Bayamo en Granma, con un área total de 32.88 ha.

El experimento se desarrolló entre los días 11 de abril al 26 de julio del 2016. Se evaluaron dos variedades de maíz blanco, las cuales fueron *var.* Chuco y la *var.* Cariaco, procedentes del Estado Falcón, municipio Santa Ana de Coro, República Bolivariana de Venezuela, sembradas sobre un suelo Pardo con carbonatos según la Nueva Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2015) cuyas características físico-químicas fueron determinadas en el Laboratorio de Suelos de Granma (Tabla 1).

El marco de siembra para ambas variedades fue de 0.70 m de distancia entre hileras y 0.20 m de distancia entre plantas, la preparación del suelo, y las atenciones culturales se realizaron según las normas técnicas para el cultivo (Mejías, 2013).

Tabla 1. Características físico - químicas del suelo.

Table 1. Physical - chemical characteristics of the soil.

| Cationes (Cmol.kg ⁻¹) | intercambiables | | | | % | (mg.100g ⁻¹) | | | pH U/ Ph |
|---|-----------------|-------|------|-------|------|--------------------------|-------------------------------|------------------|----------|
| | Mg | Na | K | VT | | MO | P ₂ O ₅ | K ₂ O | |
| Respuesta agrónómica de dos variedades de maíz blanco | | | | | | | | | |
| 13.6 | 12.17 | 0.333 | 0.83 | 29.12 | 3.08 | 18.023 | 34.544 | 5.9 | 7.5 |

Diseño experimental

Se evaluaron cuatro tratamientos, consistentes en la aplicación de tres productos bioactivos (T₂: QuitoMax, T₃: Azofert-F y T₄: Ecomic) y un tratamiento control (T₁) para las dos variedades de maíz blanco, utilizando un diseño experimental de bloque al azar con tres réplicas en parcelas de 4 metros de largo y 5 metros de ancho para cada variedad, para un total de 140 plantas para cada parcela, separadas por 1 metro.

Para la evaluación de los indicadores se utilizaron 30 plantas para cada tratamiento, para ambas variedades por réplica, seleccionadas al azar de los tres surcos centrales para evitar el efecto de borde y minimizar la influencia de la polinización cruzada en cada una de las 4 parcelas de cada variedad y sus tratamientos.

Indicadores del componente del rendimiento evaluados

Los indicadores productivos evaluados para los tratamientos, después de la cosecha en estado seco y con un nivel de humedad entre 14-18% fueron: número de hilera por mazorca, número de granos por hilera, peso de la mazorca (g) mediante una balanza analítica (Marca Sartorius) y se determinó el rendimiento (t.ha⁻¹) para cada variedad.

Procesamiento estadístico

Los datos se procesaron a través del Paquete Estadístico Statistica v. 10.0 para Windows empleando un análisis de varianza de clasificación doble. En los casos en que los indicadores mostraron diferencias estadísticas significativas, se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias por Duncan para un nivel de significación del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestra la influencia del Azofert, Ecomic y QuitoMax sobre algunas variables del componente del rendimiento en maíz blanco *var.* Chuco. El análisis de comparación múltiple de media, muestra diferencias significativas en los tratamientos donde se aplicó QuitoMax, con el resto de los tratamientos, en los tratamientos Azofert y Ecomic no existen diferencias significativas entre ellos, pero si con el tratamiento control. El mayor valor de esta variable, se alcanza cuando las semillas se embebieron en una solución de QuitoMax con una concentración de 1g/L⁻¹.

Tabla 2. Efecto del Azofert, Ecomic y QuitoMax sobre algunas variables del componente del rendimiento en maíz blanco *var.* Chuco.

Table 2. Effect of Azofert, Ecomic and QuitoMax on some variables of the yield component in white maize *var.* Chuco.

| Tratamientos | Número de granos por hileras | Número de hileras | Pesos de las mazorcas (g) | Rendimientos (t.ha ⁻¹) |
|--------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|------------------------------------|
| T1-Control | 35.65c | 12.55c | 100.45c | 2.04c |
| T2-QuitoMax | 38.90a | 13.60a | 164.40a | 2.84a |
| T3-Azofert-F | 38.25b | 13.10b | 137.45b | 2.41b |
| T4- Ecomic | 38.00b | 13.20b | 136.55b | 2.30b |
| EE | 0.22 | 0.18 | 0.16 | 0.16 |

Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente para $p < 0,05$ según Duncan

Esto reafirma la efectividad de estos tres productos en el número de hileras, números de granos y peso de las mazorcas, siendo de gran interés, si se tiene en cuenta que estos componentes influyen directamente en el rendimiento del cultivo, obteniéndose los máximos resultados con la aplicación de QuitoMax.

Esto resultados pudieran deberse a los mecanismos de acción de la quitosana, actuando como bioestimulante, con la presencia de auxinas y aminoácidos de acción auxínica, cuya función puede incidir en el sistema foliar e indirectamente desencadena procesos en las plantas que hacen que puedan acceder más eficientemente a los nutrimentos que están en el suelo y por otra parte los mecanismos de defensa de las plantas ante las plagas se incrementan (Costales, 2010).

Los resultados obtenidos con la aplicación de los tres productos bioactivos en cuanto al indicador número de hileras por mazorca fueron superiores a los obtenidos por Quintana (2007) al aplicar Biobras-16, QuitoMax y el Pectimorf en el cultivo del maíz amarillo *var.* Tuzón, obteniendo con la aplicación de QuitoMax, 11.70 número de hileras.

Estos resultados corroboran los resultados obtenidos por Morales, (2016) en frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) a aplicación de QuitoMax, logrando estimular el crecimiento de estas, a la vez que proporcione la formación de un mayor número de vainas y una mayor cantidad de granos por vaina, lo que se traduce en un rendimiento superior al de las plantas que no recibieron tratamientos con este bioestimulante.

Resultados similares se obtuvieron al aplicar este bio-producto en papa (*Solanum tuberosum L.*), Jerez *et al.* (2017)

plantea que la aplicación de QuitoMax estimula en alguna medida la producción de tubérculos y el rendimiento, como resultado del efecto positivo en el crecimiento en general de las plantas.

Los resultados antes señalados, respecto al peso de las mazorcas están en correspondencia con resultados obtenidos en mini tubérculos de papa y en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum L.*) al lograr el incremento del tamaño y masa de los frutos, así como, el número de flores y frutos con aplicaciones de quitosana (El-Mohamedy, 2013).

En la evaluación realizada sobre algunas variables del componente del rendimiento en maíz blanco *var.* Cariaco (Tabla 3) a la aplicación de QuitoMax, Azofert y Ecomic, se mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados en relación con el control, obteniéndose los mayores valores con bioproductos y destacándose las plantas que recibieron la aplicación de QuitoMax, presentando un mayor número de granos, número de hileras y peso de la mazorca, lo que confirma que dichos bioproductos ejercen una influencia positiva en estas variables.

Tabla 3. Efecto del Azofert, Ecomic y QuitoMax sobre algunas variables del componente del rendimiento en maíz blanco *var.* Cariaco.

Table 3. Effect of Azofert, Ecomic and QuitoMax on some variables of the yield component in white maize *var.* Cariaco.

| Tratamientos | Número de granos por hileras | Número de hileras | Pesos de las mazorcas (g) | Rendimientos (t.ha ⁻¹) |
|--------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|------------------------------------|
| T1-Control | 39.50c | 14.20c | 205.05c | 2.4c |
| T2-QuitoMax | 42.20a | 15.30a | 261.80a | 3.2a |
| T3-Azofert-F | 41.30b | 14.65b | 237.75b | 2.77b |
| T4- Ecomic | 41.40b | 14.74b | 236.25b | 2.68b |
| EE | 0.19 | 0.16 | 0.16 | 0.18 |

Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente para $p < 0,05$ según Duncan

La respuesta favorable de los indicadores productivos puede deberse a que la aplicación de QuitoMax estimuló los procesos fisiológicos de las plantas, incrementando el tamaño de las células, lo cual hace más asimilable los nutrientes por las mismas (Hadwiger, 2013). Por otra parte, este efecto también pudo estar relacionado con la capacidad del producto de actuar como antitranspirante al provocar un cierre parcial o total de los estomas, favoreciendo el estado hídrico de la planta y otros procesos fisiológicos que contribuyen a aumentar la producción de biomasa y el rendimiento agrícola, a la vez que reduce las pérdidas de agua en las plantas (Mansilla *et al.*, 2013).

También, se señala que la aplicación de los bioestimulantes, potencia las auxinas que intervienen en el proceso de reproducción vegetal, ocurriendo un sinergismo entre las sustancias aplicadas y las hormonas naturales de las plantas (Sathiyabama, 2014), lo cual hace pensar que similar comportamiento sucede cuando se aplica el QuitoMax al cultivo del maíz, logrando estimular desde el crecimiento hasta el peso de las mazorcas.

Los resultados obtenidos relacionados con el efecto benéfico del QuitoMax coinciden con los obtenidos por Terry

et al. (2017) en el cultivo de tomate, favoreciendo el número de racimos, flores y frutos, alcanzándose el mayor valor en los tratamientos donde se embebieron las semillas con las concentraciones de 1, 0 g L⁻¹ del producto.

Ramakhanna (2009) al aplicar cuatro bioestimulantes en el maíz, obtuvo un incremento en los rendimientos entre el 26 y 40%, respecto al tratamiento control, resultados que están acordes a los reportados en este experimento, reportándose un incremento entre el 13 y 39% respecto al tratamiento control.

Incrementos en el rendimiento de los cultivos estimulados por la aplicación de quitosana han sido informados en el cultivo del tomate (Borkowski *et al.*, 2007), así como en el rendimiento y sus componentes en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) (Boonlertnirun *et al.*, 2008), también en estudios en los que se utilizaron quitosanas, de diferentes pesos moleculares, para la producción de flores en plantas de orquídeas (*Dendrobium orchid*) (Limpanavech, 2008).

CONCLUSIONES

Los indicadores productivos: peso de la mazorca, número de hilera por mazorca, número de granos por hilera, alcanzaron los máximos valores cuando las semillas se embebieron en una solución de QuitoMax.

Los tres productos bioactivos son efectivos en este cultivo, obteniéndose rendimientos superiores al tratamiento control y al alcanzándose los mejores resultados cuando las semillas fueron tratadas con QuitoMax.

REFERENCIAS

- Abu-Muriefah, S. 2013. Effect of chitosan on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown under water stress conditions. *Journal Agric. Sci. Soil Sci.* 3 (6): 192-199.
- Augé, R. M. 2004. Arbuscular mycorrhizae and soil/plant water relations. *Canadian Journal of Soil Science.* 84 (4): 373-381.
- Boonlertnirun, S., Boonraung, C. y Suvanasa, R. 2008. Application of chitosan in rice production. *Journal of metals, materials and minerals.* 18 (2): 47-52.
- Borkowski, J., Dyki, B., Felczynska, A. y Kowalczyk, W. 2007. Effect of BIOCHIKOL 020 PC (chitosan) on the plant growth, fruit yield and healthiness of tomato plant roots and stems. *Progress on Chemistry and Application of Chitin and Its Derivatives.* 12: 217-223.
- Costales, D., Nápoles, M.C. y Falcón, A.B. 2010. Efecto de derivados de quitosana en la simbiosis Bradyrhizobium-soya. *Cultivos Tropicales.* 26 (1): 83-87.
- El-Mohamedy, R., Abdel-Kader, M., Abd-El-Kareem, F. y El-Mougy, N. 2013. Inhibitory effect of antagonistic bio-agents and chitosan on the growth of tomato root rot pathogens in vitro. *Journal of Agricultural Technology.* 9 (6): 1521-1533.
- Falcón, A., Cabrera, J.C., Costales, D., Ramírez, M.A., Cabrera, G., Toledo, V. y Martínez, M.A. 2008. The effect of size and acetylation degree of chitosan derivatives on tobacco plant protection against *Phytophthora parasitica*, *World Journal of Microbiology and Biotechnology.* 24: 103-112.
- Falcón, A., Costales, D., Cabrera, J. y Martínez, M. 2011. Chitosan physico-chemical properties modulate defense responses and resistance in tobacco plants against the oomycete *Phytophthora nicotianae*. *Pesticide Biochemistry and Physiology.* 100 (3): 221-228.
- FAO. 2015. Mejoramiento de Maíz con objetivos especiales. Disponible en: www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s21.com.
- Guan, Y., Hu, J., Wang, X. y Shao, C. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. *Journal of Zhejiang University Sci.* 10 (6): 427-433.
- Hadwiger, L.A. 2013. Multiple effects of chitosan on plant systems: Solid science or hype. *Plant Science.* 208: 42-49.
- Jerez, E., Martín, R., Morales, D. y Reynaldo, I. 2017. Efecto de oligosacarinas en el comportamiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Romano. *Cultivos Tropicales.* 38 (1): 68-74.
- Limpanavech, P., Chaiyasuta, S., Vongprommek, R., Pichyangkura, R., Khunwasi, C., Chaidée, A. y Bangyeekhun, T. 2008. Chitosan effects on floral production, gene expression, and anatomical changes in the *Dendrobium orchid*. *Scientia Horticulturae.* 116 (1): 65-72.
- Mansilla, A.Y., Albertengo, L., Rodríguez, M.S., Debbaudt, A., Zúñiga, A. y Casalongué, C.A. 2013. Evidence on antimicrobial properties and mode of action of a chitosan obtained from crustacean exoskeletons on *Pseudomonas syringae* pv. tomato DC3000. *Applied Microbiology and Biotechnology.* 97 (15): 6957-6966.
- Martínez, R., Dibut, B. y Ríos, Y. 2010. Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta. *Cultivos Tropicales.* 31 (3): 27-31.
- Mejías, R. 2013. Rendimientos y componentes del rendimiento de variedades de maíz (*Zea mays* L.) de grano de color blanco. Universidad autónoma agraria Antonio Narro. Chiapas, México.
- Millán, C. 2015. Análisis de la estructura y competitividad de la cadena productiva de maíz (*Zea mays* L.), Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Agrícola, Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad de la Salle.
- Morales, D., Dell'Amico J., Jerez, E. y Martín, R. 2016. Efecto del QuitoMax en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales.* 37 (1): 142-147.
- Nápoles, M.C., Cabrera, J.C., Onderwater, R., Wattiez, R., Hernández, I., Martínez, L. y Núñez, M. 2016. Señales en la interacción *Rhizobium leguminosarum*-frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales.* 37 (2) 37-44.
- ONEI. 2015. Oficina Nacional de Estadísticas. Anuarios Estadísticos Agropecuarios.
- Pichyangkura, R. y Chadchawan, S. (2015). Biostimulant activity of chitosan in horticulture. *Sci. Hort.* 196: 49-65.
- Quintana, O. 2007. Evaluación de tres bioestimulantes, en el cultivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de la provincia Santiago de Cuba. Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma, Bayamo, Cuba.
- Ramakhanna, S. 2009. Respuesta agronómica del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) al aplicarle 4 bioestimulantes. Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícola, Universidad de Granma, Bayamo, Cuba.
- Ruiz-Lozano, J.M., Porcel, R. y Aroca, R. 2008. Evaluation of the possible participation of drought-induced genes in the

- enhanced tolerance of arbuscular mycorrhizal plants to water deficit. In: Varma A, editor. Mycorrhiza: state of the art, genetics y molecular biology, eco-function, biotechnology, eco-physiology, structure y systematics, 3rd ed. Germany: Springer-Verlag, p. 185-205.
- Ruiz-Lozano, J.M. 2003. Arbuscular mycorrhizal symbiosis y alleviation of osmotic stress: new perspectives for molecular studies. *Mycorrhiza*. 13: 309-17.
- Ruiz-Lozano, J. M., Porcel, R., Bárzana, G., Azcón, R. y Aroca, R. 2012. Contribution of arbuscular mycorrhizal symbiosis to plant drought tolerance. State of the art. En: *Plant Responses to Drought Stress: From Morphological to Molecular Features*. Ed. R. Aroca. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, p. 335-362.
- Sathiyabama, M., Akila, G. y Charles, R.E. 2014. Chitosan-induced defence responses in tomato plants against early blight disease caused by *Alternaria solani* (Ellis and Martin) Sorauer. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 47 (16): 1963-1973.
- Smith, S.E., Facelli, E., Pope, S. y Smith, F.A. 2010. Plant performance in stressful environments: interpreting new y established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. *Plant Soil*, pp 320-326.
- Terry, E., Falcón, A., Ruiz J., Carrillo Y. y Morales, H. 2017. Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax. *Cultivos Tropicales*. 38 (1).
- Van, N. y Thi, T. 2013. Application of chitosan solutions for rice production in Vietnam. *African J. Biotech*. 12 (4): 382-384.
- Yin, H., Zhao, X. y Du, Y. (2010). Oligochitosan: A plant diseases vaccine. A review. *Carbohydrate Polymers* 82 (1): 1-8.